

## A Balaton fitoplanktonjának mennyiségi és minőségi változásai az elmúlt fél évszázad során

Padisák Judit, MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, Tihany

A Balaton egyike azon kevés tavaknak, melyek algológiai kutatása a múlt század végén elkezdődött. Az első adatokat Istvánffy Gyula közölte, nem sokkal előzve meg Pantocsek József híres munkáját a Balaton kovamoszatairól, valamint Entz Géza világviszonylatban máig is mértékadó kutatásait a páncélos ostorosok vonatkozásában. A 20. század folyamán szinte minden jelentős hazai algológus – köztük Kol Erzsébet, Hortobágyi Tibor, Tamás Gizella és Uherkovics Gábor – hozzájárult a flóra megismeréséhez, melyről az 1970-es évekig rendszeresen jelentek meg összefoglaló munkák. E kutatások több mint 1000 algafaj jelenlétét mutatták ki, s általuk a Balaton a világ egyik florisztikailag legjobban ismert tavává vált. Kevésbé köztudott az a tény, hogy a Balatonon világviszonylatban is az elsők között indultak mennyiségi algológiai kutatások, melyek a Tihany előtti tórészre nézve az 1930-as, a Keszthelyi-öböl vonatkozásában pedig az 1960-as évektől kezdődően engednek folyamatos betekintést a mennyiségi változásokba.

A rendszeres algológiai vizsgálatok korán figyelmeztettek a tó vízminőségének változására: Sebestyén a *Ceratium hirundinella* 1950-es években bekövetkezett hirtelen biomassza-növekedésére hívta fel a figyelmet; Tamás és Hortobágyi lokális *Microcystis* vízvirágzást tapasztalt az 1960-as években; 1974 telén nagy tömegű *Nitzschia acicularis* okozott vízszíneződést; Tamás a *Surirella robusta* var. *splendida* igen nagy tömegét találta 1972-ben, s úgyszintén az 1970-es évekre esik annak felismerése, hogy a tóban rohamosan jelennek meg és szaporodnak el ott addig ott nem talált cianoprokarióta fajok. (Bartha 1974, Tamás 1974). Ezek az alapvető botanikai megfigyelések tekinthetők az első jeleknek, melyek a tó eutrofizálódására utaltak, s melyeket aztán az 1960-as években megindult, az 1970-es évektől intenzíven végzett primer produkciós kutatások dokumentáltak kétséget kizáróan.

A Balatonon az 1970-es évek közepétől végzett fitoplankton kutatásaim vezérfonalát az általános ökológia néhány alapelvének alkalmazása adta. A tó vízminőségében bekövetkezett nagyarányú változások (előbb eutrofizálódás, majd a korai 1980-as évektől kezdődően a P-terhelés csökkentésére adott társulásválaszok elemzése) miatt munkám során mindig figyelmet fordítottam az aktuális helyzet elemzésére, elsősorban abból a szempontból, hogy az éppen tapasztalt jelenségek miképp növelik a változások trendjének prediktabilitását. Ez utóbbiban az előző bekezdésben vázlatosan említett kutatások eredményei adtak megbízható kiindulási pontot.

Az elmúlt 15 év kutatásai szerint, ha fitoplanktont saját tér- és időbeli jellemzői között vizsgáljuk, akkor a fajok túlélése és növekedése, társulásszerveződése és szukcesszionális fejlődése megfelel minden (pl. kompozíciós, stratégiai, termodinamikai, stb.) kritériumnak, melyeket konvencionálisan a társulásszerveződés szempontjából fontosnak tartunk. Nevezetesen:

- 1) A fitoplankton társulások jelentős változásokon mennek keresztül egy naptári éven belül, melyet a planktonökológusok szezonális szukcesszióknak neveznek.
- 2) A fitoplankton szezonális szukcessziója több hasonlóságot mutat a teresztis vegetáció szukcessziójával, mint annak aszpektuális változásaival.
- 3) A folyamatban sok, égvünkön jellegzetesen mintegy 40 generáció követi egymást.
- 4) A szezonális szukcesszió egymást követő fázisokból áll, direkcionális és kimenetele nagy valószínűséggel előre jelezhető. Bizonyos fizikai és kémiai feltételek megléte esetén a korai és középső fázisok autogén tranziens jellege (v. ö. facilitációs modell) megmutatható. Például a tavaszi diatomapopuláció fejlődésének gyakran az vet véget, hogy a víz szilíciumtartalma a küszöbkoncentráció alá süllyed, vagyis maga a populáció módosítja környezetét oly módon, hogy az a további növekedést lehetetlenné teszi, s olyan fázis kell, hogy következzen, melyben a nem szilíciumigényes fajok jellemzőek.
- 5) A hidrológiai körülmények szerencsés alakulása esetén a végső (ekvilibrium- vagy klimax-) fázis önfenntartó jellege megmutatható. A legjobb példát a trópusi tavak szolgáltatják, ahol egy adott asszociáció több éven át is dominálhat. Egy mérsékelt övi esettanulmány azt mutatja, hogy ha ún. klimax állapot kialakul egyáltalán, az meglehetősen perzisztens.
- 6) Kísérleti rendszerekben kimutatták, hogy a fitoplankton szukcessziója konvergens, vagyis az ekvilibrium állapotot kizárólag a kompetícióban álló fajok tulajdonságai ill. igényei határozták meg és az független ezen fajok kezdeti sűrűségétől. A konvergencia természetben megnyilvánuló jele az, hogy egy adott tóban a szukcesszionális szekvencia lefutása évről évre igen hasonló. Geográfiai, hidrológiai, morfológiai és vízkémiai értelemben is hasonló típusú tavakban a szezonális szukcesszió során megjelenő fázisok ill. az azok domináns szervezetei generikus, ill. "típus" szinten mindenképp, de sokszor faji szinten is igen hasonlóak. Másképpen: a fitoplankton társulás koordinált.
- 7) A generációidőt alapul véve a planktonszukcesszió néhány hónapja füves társulás esetén évtizedeknek, erdőtársulásra vonatkoztatva pedig évszázadoknak felel meg. Az, hogy a planktonszukcesszió minden évben

előlről kezdődik, külső kényszerfaktorok (évszakosság, hidrológia) eredménye. Ílymódon a "planktonév" a glaciális és interglaciális periódusok váltakozásával analóg.

A fitoplankton társulások szukcessziós változásainak, ill. diverzitásának leírására és értelmezésére a Connell által leírt Köztes Diszturbancia Hipotézis, mint típusosan non-ekvilibrium modell, igen alkalmas. Eszerint: i) Zavarás hiányában a kompetitív kizárás a diverzitást minimálisra csökkenti. ii) Nagyon intenzív zavarás esetén csak igen kevés (pionír) faj képes a növekedésre az egyedi diszturbancia-eseményeket követően, ami szintúgy alacsony diverzitást eredményez. iii) Ha a zavarások gyakorisága és erőssége közepes, a pionír fajok - melyek egyébként kiszorulnának - minden egyedi diszturbancia-esemény után újbóli növekedésnek indulhatnak, ugyanakkor a sikeres, késői fázisokra jellemző fajok felszaporodására a zavarások között van idő, de arra nincs, hogy egyeduralmukodóvá váljanak. Emiatt a diverzitásmáximo köztes frekvenciájú és intenzitású zavarási háttérmentázat mellett áll be.

A balatoni fitoplankton e modell alapján való analizálása nyomán vált először lehetségessé, hogy a nyárvégi kékalga virágzások bekövetkeztét az időjárási előrejelzések ismeretében prognosztizáljuk. Az elemzések szerint késő nyári vízvirágzásra akkor kell számítani, ha a július-augusztusi átlagos levegőhőmérséklet  $2^{\circ}\text{C}$ -szal meghaladja a 30 éves átlagot.

A Balaton P-terhelése az 1980-as évek közepétől csökken. A fitoplankton válasza elsősorban a trópusi eredetű, vízvirágzást okozó *Cylindrospermopsis raciborskii* sajátos viselkedése miatt még mindig inkonzekvens, bár a flóraváltás és trofitáscsökkenés trendje már kivehető. Az utóbbi években számos nem várt jelenséget is tapasztaltunk, ilyen volt például a *Dinobryon sociale* partkotrási munkákat követő tavaszi vízvirágzása a keleti medencében és egy fordított trofitási gradiens kialakulása 1997-ben. Az 1995-1998 között végzett részletes taxonómiai vizsgálatok azt mutatják, hogy a Balatonra jellemző eredeti flóraelemek nagy része a tóban még megtalálható, különösen értékes a *Diplopsalis acuta* jelenléte, valamint a *Pinnularia balatonis* mint endemikus kovaalga ismételt balatoni megtalálása. Az említett taxonómiai-florisztikai vizsgálatok igazolják, hogy a Balaton igen jó ökológiai memóriával rendelkezik, értve ez alatt a társulásnak azt a múltbéli állapotokból eredő tulajdonságát, amely a jelen-vagy jövőbeni változásokra adott társulásválaszt befolyásolni képes. E memória megléte alapján remélhetjük azt, hogy a Balaton helyreállítását célzó program (Kis-Balaton vízvédelmi rendszer, körcsatorna, a tisztított szennyvizek foszfortalanítása, stb.) folytatása, ill. a P-terhelés további csökkentése nyomán az eredeti, ill. az eredetihez igen közeli vízminőség és társulásszerkezet visszaállhat.